理學博士 牧野富太郎 創始 主幹 薬學博士 朝比奈泰彦

植物研究雜誌

THE JOURNAL OF JAPANESE BOTANY

第 28 巻 第 12 號 (通巻 第 311 號) 昭和 28 年 12 月發行

Vol. 28 No. 12 December 1953

千原光雄[*]: 本邦暖海産緑藻類の生活史に關する研究 (2) タマゴバロニアの生活史について[**]

Mitsuo CHIHARA: Studies on the life-history of the green algae in the warm seas around Japan (2)

On the life-history of *Valonia macrophysa* Kütz.[**]

緑藻バロニア屬は主として熱帯及び亜熱帯の海に多く生育するものであつて，本邦沿岸では，そのうちオオバロニア *Valonia ventricosa* J. Ag. が紀伊瀬戸，八丈島及び和具に，タマゴバロニア *V. macrophysa* Kütz. が三崎城ケ島，和具及び伊豆須崎にそれぞれ産することが知られている (岡村；1936)。この屬の植物は今までに，Famintzin (1860), Schmitz (1879, 1879a), Murray (1893), Fairchild (1894), Kuckuck (1902, '07), Börgesen (1912. '13), Schmidt (1929), Schechner-Fries (1934), Schussnig (1932, '38), Blink (1938) 等の人々により生態学的，形態学的或いは核学的な立場から，いろいろ研究がなされ，その生活史についてはかなり詳しいところまで明らかになつてきているが，それでも尙，現在幾つか未解決の部分が残つている。筆者は 1951 年以来，伊豆須崎産のタマゴバロニアについて，生殖，発生学的研究を中心にして生活史の解明に努めてきた結果，従来バロニア屬について考えられている事実とやや異つた知見を得たので報告したい。

§ 材料と方法

伊豆須崎に産するものを用いたが，同時にこれと平行して観察を容易にするため，あらかじめ人工的に設けたタイドプー状の培養池に移植したものをも随時実験に供した。方法としては，周年観察により季節的消長を見るとともに，生殖時期の発見に努め，や

---

[*] 東京教育大學下田臨海實驗所，靜岡県下田町. Shimoda Marine Biological Station, Tokyo University of Education, Shimoda, Shizuoka Prefecture.

[**] 東京敎育大學下田臨海實驗所業績，第 79 號. Contributions from the Shimoda Marine Biological Station, No. 79.

がて游走細胞を形成した藻体又は形成しようとしている藻体を注意深く採集して実験室に持ち帰り，胞子を放出させ，その後室内及び天然海中で培養をおこなつた。

§ 観　　察

(1)　天然に於ける観察

タマゴバロニアは伊豆須崎附近では潮間帯下部及びその下帯の岩礁に，かなり大きな群落を作つているのが普通に見られる。その場所は，どちらかというとやや入江になつたようなところの岩の側面又は余り光線があたらないような部分に多く生育する傾向がある。

夏季8月頃から秋にかけての観察によると，小さな一般に5 mm 以下の幼個体が割

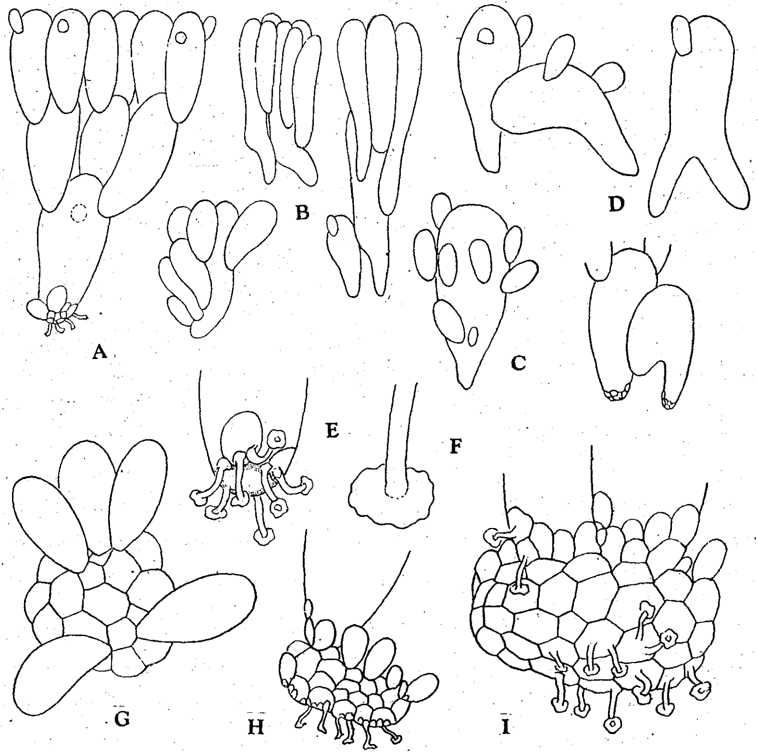

Fig. 1. A. B. C. D. Various forms of the thalli separated from cushions. E. H. I. Base of the plant with numerous lens-shaped cells bearing rhizoids. F. Rhizoid. G. Young vesicles with basal lens-shaped cells. (A. ×1, B. C. D. ×0.7, E. ×7.5, F. ×25, G. ×3, H. ×2, I. ×5).

合密に集つて岩石上に，又あるときは他の植物体上 (Corallinaceous algae, Sargassums, etc.) に附着しているが，この頃はいまだ複雑な枝分れをした団塊状の体は殆んど見受けられない。秋から冬になるに従つて，それらは漸次大きくなるとともに盛んに segregative cell division をおこなつて枝状に分岐した胞嚢を二次的に沢山作るようになる。12-1 月頃には胞嚢の大きいものは径 0.5-0.8 cm，長さ 1.0-2.0 cm にも達する。そして一般に1個体に由来すると思われる団塊形の複細胞体の占める面積はかなり大きくなつてくる。その後，春から夏にかけての生長は非常に著じるしく 5-6 月には藻体は最も大きくなる。その頃には径 1.5 cm 長さ 3 cm 以上に達する胞嚢が多数見られる。そして 6-7 月の候に殆んど一齊的に生殖細胞を形成し，その後，凋萎流失するに至る。

次にこの植物が団塊形の複細胞体を呈するようになるまでの経過を体制の上から辿つてみると，最初，タマゴバロニアの個体は基部に小型のレンズ状細胞を，上方にやや大型のそれを，それぞれ segregative cell division によつて形成する。下部のものは更に分裂することにより多数の小細胞となり，それが基質と接するところに特殊な鉤状の器官を作つて密に体を基質に附着させている。一方，上方に作られた幾つかのレンズ状細胞は次第に生長して母細胞とほぼ同型同大の細胞えと発達する。それは更にこのような過程を数回繰りかえすことにより，全体として多少複雑に枝分れをした団塊形を呈するようになる。この際，二次的に作られた胞嚢の一部は不規則に生長して基質に接するように突起し (Fig. 1, D.). その先端に附着の機能をもつレンズ状細胞を形成することもある。尚，隣同志相接している胞嚢は互に密着するための糸状の器官をだし，全体を緊密に保つようにしている。

このように伊豆須崎産のタマゴバロニアについて外形上或いは体制上から調べたところでは，既に詳しく報告されているヨーロッパ産の *V. macrophysa* と全く区別がつき難いように思われる。

(2) 游走細胞の形成と放出及び発生

生殖細胞は嚢状の栄養細胞がそのまま変成したものであつて，上に述べた如く 6-7 月にその形成を見る。形成に際しては，初め細胞質の周辺に埋在している色素体は暗緑色を呈するようになり，その後それらは互に関聯し合つて細胞の表面部の壁に沿い，やや規則正しい網目状の斑点模様を作る (Fig. 2)。成熟してくるとこれらの網の目は次第に細く明瞭となり，やがて網の糸に相当する部分は恰かも溶解するようにして次々と游走細胞へ変成する。このようにして作られた游走細胞は，暫らくの間，網の糸の部分でうごめいているが，間もなく細胞内で活溌に游泳を始め，つづいて細胞膜の表面にできた放出孔を通つて外部に泳ぎ出す。放出孔は径 ca. 50-70 μ 位の小穴で，1 細胞に数個乃至十数個，時にはそれ以上作られる。こうした游走細胞の形成及び放出は各個体殆んど同時的であつて，非常に短かい期間のうちになされてしまう。そしてその胞嚢は全

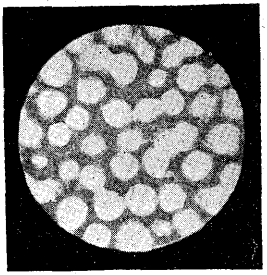

Fig. 2. Reticulum of swarmer-formation in a vesicle of *Valonia macrophysa*. ×25.

く空虚なものとなる。すなわち Holocarpic であり，藻体はその後，凋萎消失するに至る。ところで游走細胞を形成するのは一般に大型の胞囊であり，小さなレンズ状細胞には形成されないようであつた。この細胞が将来，如何なる運命を辿るかは，今のところ確めていない。

遊走細胞の放出は多く早朝になされたが，しかし，しばしば日中いかなる時でもおこなわれることもあつた。游走細胞の形は西洋梨型で，体内に1眼点と幾つかの色素体と顆粒物質を含有し，また体の先端には，いずれも4本の鞭毛をもち，正の趨光性を示して游泳する。その大きさは他の Siphonocladiales のものに一般に見られるように大形で ca. 16.0-21.0 μ×9.6-12.8 μ である (Fig. 3. A.)。

しかしてこれらは，いかなる交配実験に於ても接合の現象を全く示さず，間もなく基質に着生し球状 (径 ca. 12.5-14.4 μ) となり (Fig. 3, B)，やがて発芽を始める。

発芽にあたつては，最初，胚胞子の光と反対側の部分に突起ができるが，やがてそれは伸長して後に仮根部となる (Fig. 3, C. D. E.)。一方，原胞子の部分は，その後，上方に向つて容積を増大させやや長めの棍棒状の直立部となる (Fig. 3, F. G. H.)。引続いて漸次生長するとともに，発生体は，基部に近いところに形成された横膜によつて上下二つの部分にわかたれる (Fig. 3, I.)。その上方の部分は体内に多数の色素体と核を有した卵状乃至は棍棒状の直立体で，これは天然でみられる成体を想起させる。下方の仮根部はその先端が更に花環状に拡がつて丁度，吸盤のように体を基質に附着させる役目をしている (Fig. 3, I. J.)。尚この際，仮根部がこのような特別の形に変形しないで糸状のままで伸長し，これを2本も3本もだしているものもあつた (Fig. 3, K.)。又，全く仮根の見られないものもあつた。尚，附着器官である花環状の部分から更に同じ形をした附着器をだし，これが多いものでは数個連結する現象もしばしば見られたが，この場合注意して見ると花環状の附着器は多く上方にまくれ上つて密着の役目を果していない (Fig. 3, L.)。このような現象はガラスを基質とした場合によく見られたが，貝殻，針金，陶磁器，岩石等を基質にした場合には見られなかつた。次に既にやや発達したタマゴバロニア発生体を基質として游走細胞の発芽を観察したところ，後者は前者の体上に附着器を形成し，その後，両者共密着したままで正常な発育を示した。このことから天然に於ける団塊状の複細胞体の形成が，一般に考えられている1個体に由来するということ以外に，このような現象によることもあるのではないかと想像された。

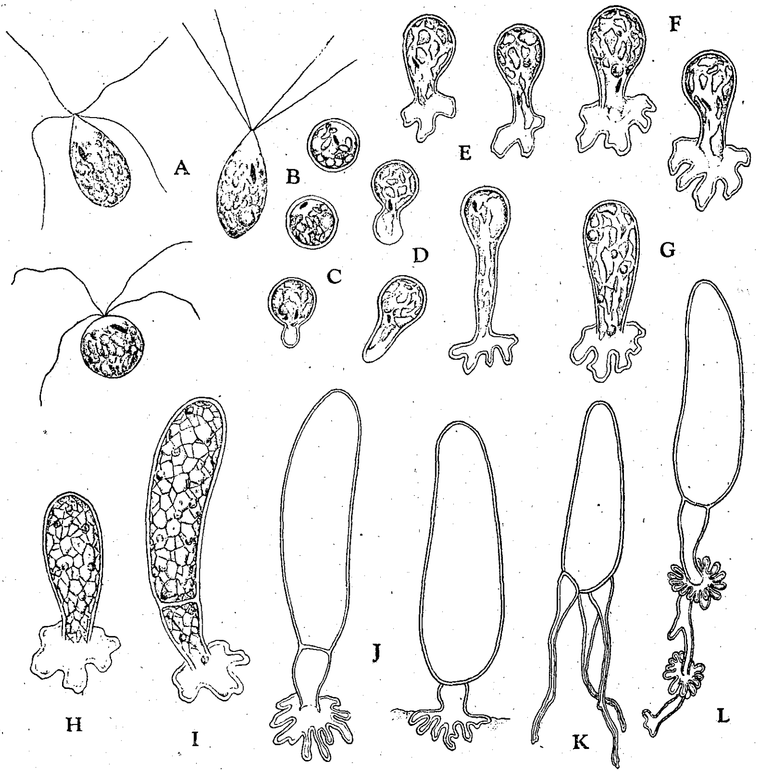

Fig. 3. Swarmer and its germination of *Valonia macrophysa*. A. Four-flagellated swarmers. B. Settled swarmers. C. D. Germination of swarmers. E. 4 days old sporelings, F. 5 days old ones. G. 8 days old. H. 15 days old. I. 25 days old. J. 60 days old. K. Sporeling with three filamentous rhizoids. L. Sporeling having mode of connection of three corolla-like rhizoids. (A. ×650, B−G. ×530, H. I. ×435, J. ×400, K. ×285, L. ×335).

§ 考察

バロニア属植物の生殖及び発生の研究を，先ず今までに最も詳しく研究されている*Valonia utricularis*で眺めてみると，古くFamintzin (1860) は2本の鞭毛をもつ遊走細胞を観察しており，続いてKuckuck (1907) も又同様な結果を報告している。そしてそれは，いずれも接合することなく単為的に新個体に発育したといわれる。しかしてその後Schechner-Fries (1934) 及びSchussnig (1932, 38) により詳細な核学的研究がなされた結果，遊走細胞形成の際に起る核分裂に2つの型があり，その1つは減

数分裂であつて，Schechner-Fries によると，このようにしてできた遊走細胞の直接，接合する現象は見られなかつたが，ある細胞内で2核の融合した接合子が観察されたところから，この遊走細胞は配偶子と考えられた。も一つの方は普通核分裂であつたといわれる。すべての場合形成された遊走細胞は1眼点と2鞭毛をもつたものである。

この2人の研究の結果から現在 *V. utricularis* は複相の生物であると見做されるに至つた。このような現象について Iyengar (1951) はバロニア属は複相の植物で減数分裂の結果形成された配偶子による有性生殖をおこなう一方，更に従属的な方法(accessory method) として複相の遊走細胞による無性生殖をもおこなう，すなわち *Cladophora glomerata* と同じ範疇の生活環をとる (List 1930; Schussnig 1928, '38) ものであろうと推論している。

次に *V. macrophysa* については前述の Kuckuck (1902, '07) の報告に於いて4本の鞭毛と1つの眼点をもつ遊走細胞が観察され，それは単為的に発育したと書いてある。ところが Blink (1938) の研究によると Bermuda の材料では2本の鞭毛をもつもののみであるという。

かくしてバロニア属に於て4本の鞭毛をもつている遊走細胞は Kuckuck の *V. macrophysa* について報ずるのみであつたところから，4本の鞭毛の遊走細胞は実は接合子でなかつたろうかとの疑問が持たれるに至つた。

ところで筆者は外形上及び体制上から全く *V. macrophysa* と同定されるタマゴバロニアについて 1951, '52, '53 年を通じて合計百数十個体から放出された遊走細胞を観察したが2本の鞭毛のものは全然見られず，総べて4本のもののみであつた。しかもそれは生殖細胞の網目状の糸の部分に形成されたときに於て，既に4本であり且つ1眼点であるところから接合子と考えることは妥当と思われない。ちなみに4本の鞭毛をもつ遊走細胞は先の Kuckuck による報告のほかに，マガタマモ属 *Boergesenia* (=*Pseudovalonia*) に於いても知られているところである (Iyengar, 1938)。

筆者は放出させた遊走細胞を培養して成体にまで発育させるべく種々試みているが，いまだ代を重ねるまで成功するに至つていない。しかし周年観察をしてその生殖時期を確かめ，上述のように多数の個体を観察したにかかわらず，2本の鞭毛をもつ配偶子状の遊走細胞が全く見られなかつたという事実は，少なくとも伊豆須崎産のタマゴバロニアは有性生殖を殆どおこなわず，無性的な遊走細胞によつて，絶えず世代を繰り返していることを暗示しているように思う。そしてもし，バロニア属が前に述べたように複相植物であり，ミル型 **Codium-Typus** (Kylin 1938) の生活環をとり，且つ従属的な生殖によりその生活環が不定になつているものであるとするならば，伊豆須崎産のタマゴバロニアはその有性生殖を喪失して，しかも無性生殖が1年1回に固定した場合のものと考えることも一つの仮説として許されるものと思う。尚 Blink によつて常に2本の鞭毛の遊走細胞のみが観察されたという Bermuda の *V. macrophysa* については，そ

れが果して本邦のタマゴバロニアと同一種類のものであるか，又形態的に全く同形でも生理的に異つた種類というべきものか，或いは遊走細胞の形態が環境条件によつて，かなりの変化がもたらされるものであるか等，幾つかのことがらが考えられるが，しかしこのような問題は更に精細な研究によつて将来解決されるべきであろう。

稿を終るに臨み終始御指導と御校閲の労を御執り下さつた九大瀬川宗吉博士に深甚なる謝意を表す。又常に御激励と有益な御教示をいただいた東教大伊藤洋，三輪知雄両教授並びに東大新崎盛敏博士に感謝申上げる。

§摘　　要

伊豆須崎産のタマゴバロニアについて生殖，発生並びに季節別による形態的な観察をなし生活史の解明につとめた。

夏秋の候にはいまだ枝分れを余りしない幼い個体が多数見られるが，その後，冬から春にかけて肥大生長するとともにいわゆる segregative cell division を盛んにおこなう。

この植物は基部に小さなレンズ状細胞を，そして上部にやや大型のそれを形成する。後に一般に前者は基質に附着する役目をなし，後者は二次的な胞囊へと生長する。この過程を繰り返すことにより全体は枝分れをした団塊状又は半球状を呈するようになる。タマゴバロニアは外形上並びに体制上から考察してヨーロッパ産の *Valonia macrophysa* と差異を見出し難い。

生殖細胞の形成は夏季 6-7 月に見られる。その形成に際し初め胞囊の色素体は互に融合して網目状の斑点模様を呈する。遊走細胞はこの網の糸に相当する部分の変成によつて作られる。

遊走細胞は西洋梨型で，すべて4本の鞭毛と眼点と幾つかの色素体を持ち，正の趨光性を示して泳ぐ。そしてその大きさは ca. 16.0-21.0 $\mu\times$9.6-12.8 μ である。このものはいかなる場合でも接合現象を示さず，単為的に発生を始めた。

発生体は後に横膜によつて上下2つの部分にわかたれ，上部は直立部に，下部は附着の為の仮根となる。こうした発生体は恰かも成体を想起させる。

1951, '52, '53 年を通じて合計百数十個体からの遊走細胞を観察したが2本の鞭毛のものは全く見られず，すべて4本の鞭毛のもののみであり接合することなく新個体に発育した。この事実は伊豆須崎産のタマゴバロニアが天然に於て殆んど有性生殖をおこなわず，無性的な遊走細胞によつて世代を繰り返していることを暗示していると思う。

Résumé

Regarding our green alga, *Tamago-baronia*, identified with *Valonia macrophysa* Kützing by Okamura, the writer has observed its reproduction and

development throughout the year, and tried to explain its life-history.

In summer and autumn in the water of Susaki, Prov. Izu, the writer could recognize a large number of young individuals. From winter to spring they have enlarged and grown up, and at the same time they became very active in the movement, so-called "segregative cell division". The primary vesicle shoots small lens-shaped cells at the base, and somewhat larger ones on the upper part. Later, the former cells, as a rule, play the part of attaching to the substratum, while the latter ones grow up into the secondary vesicles. By repeating this process, the whole body grows into a semi-spherical thallus. From the external and structural features, there was found no difference between our *Tamago-baronia* and European *Valonia macrophysa.*

The formation of reproductive cells could be seen only in summer from June to July. In the formation, at first, the chloroplasts of the vesicle unite with each other, and are arranged in a mesh-like structure. The swarmers are derived from degenerated parts of the net-like thread. Every swarmer is pear-shaped, 16.0–21.0 μ in length, 9.6–12.8 μ in breadth, and has four flagella, one eye-spot and some chromatophores. The swarmer swims in the water with a positive phototaxis. No conjugation of the swarmer was observed in any cases and they immediately germinate. The germling is divided into two parts, top and bottom, and the upper part grows up-right, while the lower into rhizoid by which it attaches, and its appearance somewhat resembles that of an adult body.

Since 1951, the writer has observed swarmers from over one hundred individuals. All of them had four flagella. They do not conjugate and grow up into new individuals. This fact seems to suggest that the *Tamago-baronia* (*Valonia macrophysa*) growing in the water of Susaki does not act sexual reproduction naturally, and also its generation is repeated by asexual swarmer.

Bibliography

Blinks, L. R. (1938) In G. M. Smith: Cryptogamic Botany, Vol. I.

Boergesen, F. (1912) Some Chlorophyceae from the Danish West Indies, II. Bot. Tidskr. **32**.

————. (1913) The marine algae of the Danish West Indies. Part I. Dansk Botanisk Arkiv., **1**.

Fairchild, D. (1894) Ein Beitrag zur Kenntnis der Kernteilung bei *Valonia.* Ber. d. deut. Bot. Ges., **12**.

Famintzin, A. (1860) Beitrag zur Kenntnis der *Valonia utricularis*. Bot. Zeit., **18**.

Iyengar, M. O. P. (1938) On the structure and life-history of *Pseudovalonia Forbesii* (Harv.) Iyengar (*Valonia Forbesii* Harv.). Journn. Indian Bot. Soc., **17**.

———————. (1951) Chlorophyta. In G. M. Smith: Manual of Phycology.

Kuckuck, P. (1902) Zur Fortpflanzung von *Valonia* Gin. Ber. d. deut. Bot. Ges., **20**.

———————. (1907) Ueber den Bau und die Fortpflanzung von *Halicystis* Areschoug und *Valonia* Ginnani. Bot. Zeitg., **65**.

Kylin, H. (1938) Beziehungen zwischen Generationswechsel und Phylogenie. Arch. f. Protistenk., **90**.

List, H. (1930) Die Entwicklungsgeschichte von *Cladophora glomerata* Kütz. Arch. f. Protistenk., **72**.

Murray, G. (1893) On *Halicystis* and *Valonia*. Phycol. Mem., **2**.

Okamura, K. 〔岡村金太郎〕 (1936) 日本海藻誌.

Schechner-Fries, M. (1934) Der Phasenwechsel von *Valonia utricularis* (Roth) Ag. Oesterr. Bot. Zeitschr., **83**.

Schmidt. O. C. (1929) Verzeichnis der Meeresalgen von Neu-Guinea und dem westlichen Ozeanien. Hedwigia., **68**.

Schmitz, F. (1879) Ueber den Bau der Zellen bei den Siphonocladiaceen. Verh. Naturh. Ver. Preuss. Rheinlande und Westfalens Boln., **36**.

———————. (1879 a) Beobachtungen über die vielkernigen Zellen der Siphonocladiaceen. Festschr. Naturf. Ges. Halle.

Schussnig, B. (1928) Die Reduktionsteilung bei *Cladophora glomerata*. Oesterr. Bot. Zeitschr., **77**.

———————. (1932) Der Generations- und Phasenwechsel bei den Chlorophyceen, III. Oesterr. Bot. Zeitschr., **81**.

———————. (1938) Der Kernphasenwechsel von *Valonia utricularis* (Roth) Ag. Planta, **28**.

正 誤 Errata (第 28 巻 7 号 Vol. 28, No. 7)

頁 (page)	行 (line)	正 (read)	誤 (for)
196	第2図 (Fig. 2.)	×1000	×2000
		× 500	×1000
		× 335	× 670
		× 200	× 400
199	3	*Letterstedtia*	*Lettertedtia*